

* * * * *

UNTER MITWIRKUNG * DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-CEMENT-
* * FABRIKANTEN * UND * DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS * *

No. 14.

Ziegelbrockenbeton							
Zement	Elbsand	Ziegelbrocken					
1 : 7	: 9	110		3			
1 : 5	: 7	150	51	5			
1 : 3	: 4,5	230		7			
1 : 2,5	: 4	270		9			
Kiesbeton			Elbkies	Grubenkies	Elbkies mit Zusatz von Kieseln		
1 : 15		110		3,5	5		
1 : 10		160	50	5	82	8	
1 : 8		200		6	92	10	
1 : 7		230		7	108	11	
1 : 6		270		8	81	12	
1 : 5		320	104	10	121	13	
1 : 4		400	129	13	153	15	194 40
Transportbeton			Grubenkies mit Zusatz von Ziegelbrocken	Grubenkies mit Zusatz von Granit-schlag	Verbrennungsschlacken		
Je nach dem Werke etwa							
1 : 12 bis	1 : 18	150,90	47	5			5
1 : 10 "	1 : 14	170 120	67	7			7
1 : 7 "	1 : 10	250 170			108	11	
1 : 5 "	1 : 7	350/250			151	15	
							62,5

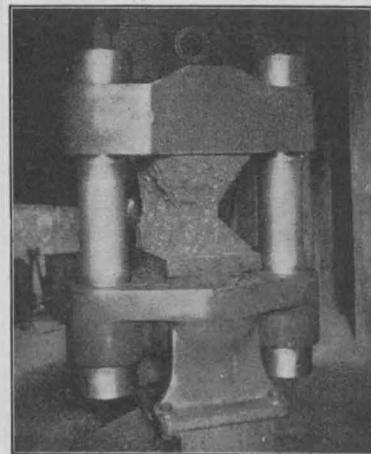
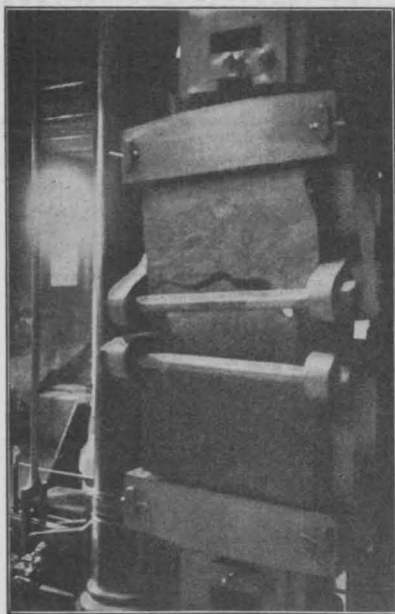
²⁾ Die Prüfungsanstalt steht gegen mäßige Gebühren auch Behörden und Privaten zur Verfügung.

77

Eine Bestätigung der Zweckmäßigkeit dieser von der normalen abweichenden Methode dürfte dadurch erbracht sein, daß 1) aus dem fertigen Bauwerk nachträglich ausgestemte Betonstücke — zu Würfeln ergänzt — annähernd die gleichen Festigkeiten liefern, wie die Beton-Kontrollwürfel, 2) daß zwischen der Prüfung in der Stampfrichtung und senkrecht zu derselben, ein Unterschied nicht gefunden ist.

Gelegentlich dieser über einen Zeitraum von $5\frac{1}{2}$ Jahren sich erstreckenden, an einer großen Anzahl von Körpern vorgenommenen Prüfungen wurden einige feststehende Beobachtungen gemacht, die geeignet erscheinen, die Kenntnis vom Wesen des Betons zu erweitern.

1. Die Jahreszeit übt einen wesentlichen Einfluß auf die Festigkeit des Betons aus. Die beigefügte Kurve, Abbildung 1, stellt die Monatsmittel dar. Ganz über dem Mittel stehen Juni und Juli, ganz unter dem Mittel Januar und April. Bis 2% über das Mittel erheben sich Februar, Mai, September, Oktober; bis 2% unter das Mittel fallen März, August, Dezember. Monat November hat die Durchschnittsfestigkeit. Die Senkung im Dezember und Januar wird durch Frost, im April durch Lufttrockenheit — in Hamburg meistens mit Ostwinden verbunden — erklärt. Dagegen gibt es für die Senkung im August keine natürliche Erklärung; sie muß vielmehr als zufällig bezeichnet werden, denn sie wird zurückgeführt auf die ungünstigen Festigkeits-Ergebnisse der beiden letzten Jahre, in denen wegen des lebhaften Zement-Exportes in die Erdbeben-Gegenden (S. Franzisko und Valparaiso) für den Wiederaufbau der zerstörten Städte in Hamburg mehrfach ganz



Abbildgn. 2 und 3.
Brucherscheinungen
am Würfel und am
Zugkörper.

Ueber Beton-
prüfungen.

frische Zemente mit niedriger Anfangsfestigkeit Verwendung finden mußten.

2. Ist die Festigkeit eines Mischungsverhältnisses bekannt, so lassen sich die Festigkeiten anderer Mischungsverhältnisse aus denselben Materialien berechnen. Die Festigkeit ist nämlich direkt proportional dem Zement-Zusatz. Nennt man den Quotienten aus Festigkeitszahl, dividiert durch das Mischungsverhältnis, die Grundzahl, so sind aus dieser alle anderen Verhältnisse abzuleiten. Erreicht z. B. ein Kiesbeton 1 : 10 nach 28 Tagen 82 kg, so ist die Grundzahl: $82 : \frac{1}{10} = 820$. Die Mischung 1 : 8 würde demnach auf $820 : 8 = 103$ kommen.

3. Die Druckfestigkeit wächst im umgekehrten Verhältnis der Höhe. Körper quadratischer Grundfläche mit geringerer Höhe als die Quadratseite haben höhere Festigkeiten, als die Würfel gleicher Seite. Daraus dürfte zu schließen sein, daß Würfelfestigkeit keine Druckfestigkeit bedeutet, daß vielmehr Scherspannungen an den 8 Dreiecksflächen der oberen und der unteren Pyramide auftreten (vergl. Abbildg. 2).

4. Verhalten des Betons bei Frost. Durch eine Reihe von Versuchen wurde festgestellt, daß Beton-Konstruktionen, die bei klingendem Frost hergestellt wurden, ausreichend lange zwischen den Schalungen blieben und sonst sachverständig behandelt wurden, weit höhere Festigkeiten erreicht haben, als die bei mäßigen Temperaturen hergestellten. Die Annahme, daß der Wechsel von Frost und Wärme für die Erhärtung des Betons besonders schädlich sei, hat sich nicht bestätigt. Das Abbinden des Betons wird nicht nur auf die Dauer der Frostperiode, sondern im Durchschnitt etwa dreimal so lange unterbrochen.

5. Die Zugfestigkeit beträgt stets etwa 8% der Würfelfestigkeit; sie wächst nicht proportional mit dem Alter der Körper. Die Art des Bruches zeigt Abbildg. 3.

6. Transportbeton. Diese Neuerung auf dem Gebiete des Betonbaues ist in Hamburg seit etwa 5 Jahren bekannt und überall mit bestem Erfolg angewandt worden.

Der Beton wird transportfähig gemacht durch Abkühlung der Rohmaterialien und durch Rüttelung³⁾. Durch beide mechanische Mittel wird eine Verzögerung des Abbindens bewirkt, die so weitgehend ist, daß in Hamburg Wagen Transporte bis 11 km mit etwa $2\frac{1}{2}$ stündiger Dauer erfolgreich durchgeführt werden konnten.

In Berlin hat der Verfasser versuchsweise — nach Anweisung der kgl. Baupolizei — eine Fahrtdauer von $4\frac{1}{2}$ Stunden geleistet. Die Prüfung des Betons wurde von dem Material-Prüfungsamt in Lichtenfelde ausgeführt. Die Festigkeit des frisch eingeschlagenen Betons wurde zu 68 kg/qcm, diejenige des transportierten, beim Einschlagen 6 Stunden alten, Betons zu 69 kg/qcm Wf., ermittelt.

Gleich gute Ergebnisse lieferte ein Versuch, den die kgl. Eisenbahndirektion Altona machte. Es wurde ein fertig gemischter Beton (1 : 5,5) auf 177 km Entfernung verschickt. Der Beton war 18 Stunden auf der Fahrt, lagerte dann noch auf der Baustelle bis zu 12 Stunden. Beton von 22 Stunden Alter hatte nur 3% geringere Festigkeit, als der in Hamburg sofort eingestampfte. Stücke, die aus dem fertigen Fundamente wieder ausgestemmt wurden, und zwar solche, die ein Alter von 28 Stunden beim Einbau hatten, davon 18 gerüttelt, 10 Stunden ungerüttelt gelagert — ergaben nach 14 Monaten 155 kg/qcm, damit höhere Festigkeiten, als die 28 Tagesproben des gleich nach der Anmischung hergestellten Betons, mit 106 kg/qcm. Durch diesen Versuch ist erwiesen, daß Beton, ohne Beeinträchtigung seiner Bindefähigkeit auf weite Strecken transportabel ist.

Der Transportbeton wird in festen Betonwerken maschinell unter ordnungsmäßigem Wasserzusatz fertig gemischt. Wie die Abbildg. 4 zeigt, die das Werk II in Hamburg, Süderstr. 73, darstellt, gelangt der Kies unmittelbar aus dem Kahne mittels Kran auf die Transportbühne und wird in die Maschine eingekippt. Die Gefäße sind auf die Maschinenfüllung abgestimmt. Granitschlag und Ziegelbrocken sind auf der Bühne gelagert und werden von Hand zugegeben. Der Zement wird von den Fabriken in der Packung geliefert, die für eine Füllung erforderlich ist. Die Mischmaschine ist mit einer Klappe versehen, die den fertiggemischten Beton in die Transportwagen entleert. Das Abkühlen der Materialien wird durch Absprengen der Gerüste, der Werkplätze und namentlich der Steinhauten erreicht. Abkühlen ist nur von Mitte März bis Mitte Mai, dann wieder bei großer Hitze im Sommer nötig. Im Uebrigen bewirkt das Rütteln auf dem Transporte das Verzögern des Abbindens allein. Natürlich werden nur Zemente mit hoher Festigkeit — mindestens 23 kg/qcm Normenzugfestigkeit — und mit mindestens 6 Stunden Abbindezeit verarbeitet. Kies wird genommen wie die Grube oder die Elbe ihn liefert. Hat der Kies zu wenig Kieselgehalt, so werden für Festigkeiten unter 70 kg/qcm Wf. Ziegelbrocken oder Grobschlacke zugesetzt, für höhere Festigkeiten Granit- oder Grauwacke-Steinschlag.

Der Hauptvorteil des Transportbetons — nämlich die Gleichmäßigkeit der Ware — ist vollständig erreicht. Die Schwankungen um das Mittel sind geringfügig, im Vergleich zu den sehr bedeutenden Schwankungen, namentlich beim Grubenkies⁴⁾. Die weiteren Vorzüge bestehen in der Beschleunigung der Bauausführungen und in der Uebersichtlichkeit der Baustellen. Letztere wird dadurch hervorgerufen, daß die Material-Vorräte und die Mischbühne keinen Raum beanspruchen. Eine Anhäufung von fertigem Beton auf der Baustelle ist nie vorgekommen, sie würde aber auch nicht schädlich sein, weil der fertige Beton mit Planen abgedeckt wird, und die ganze Empfangsstelle, wie die Plane, reichlich mit Wasser abgesprengt werden. In Hamburg und Umgebung sind bereits mehr als 50000 cbm Transportbeton eingebaut worden, ohne daß sich bisher irgendwelche Anstände ergeben hätten. —

³⁾ D. R.-P. 146243, 163501, 192029.

⁴⁾ Bei Elbkiesbeton 1 : 3 wurden Schwankungen zwischen 53 und 203 kg/qcm Wf. festgestellt. In 214 Prüfungen des Mischungsverhältnisses 1 : 10 (Grubenkies) wurde als Mittel 82 kg/qcm Wf. gefunden bei 28 Tagen Erhärtung. Die niedrigste Festigkeit war 10 kg/qcm, die höchste 158,5 kg/qcm. —

Neue Versuche an Eisenbeton-Balken über die Lage und das Wandern der Nulllinie, sowie das Verhalten der Querschnitte. (Schluß.) Von Hrn. Dipl.-Ing. Richard Müller der Firma Rud. Wolle in Leipzig.

Abbildg. 9 zeigt die Kurven, die zu dem „unterteilten“ Querschnitt 15 cm links von der Mitte des Balkens IV gehören (auf Abbildg. 8 mit „b“ bezeichnet). Die zugehörige Tabelle, S. 80, enthält die Werte der Spiegelablesungen in Stufen der Auflast von 100 zu 100 kg, und zwar sowohl bei Belastung als bei Entlastung. (Der Versuchsbalken war etwa 1½ Jahre alt.) Die Werte der reinen Dehnung (ermittelt aus der Differenz der beiden ersten Abteilungen der Tabelle) wurden in den Höhenlagen der zugehörigen Meßstifte aufgetragen, Druck nach rechts und Zug nach links von der Querschnittslinie, und dadurch ergaben sich die den verschiedenen Belastungsstufen entsprechenden Dehnungskurven. Die dick gezeichneten Kurven entsprechen den einzelnen Laststufen bei Belastung und die schwächeren denen bei Entlastung des Balkens.

Wo die Kurven die den untersuchten Querschnitt bezeichnende senkrechte Gerade schneiden, liegt für den betreffenden Belastungsfall die Nulllinie. Die Kurven lassen nun auf den ersten Blick ein sehr deutliches Wandern der

Bezüglich der Kurven der Entlastung bemerken wir sehr deutlich, daß sie hinter den Kurven der Belastung zurückbleiben, d. h. die der gleichen Laststufe entsprechenden Dehnungen sind bei Entlastung größer als bei Belastung. Dies gilt nicht für die völlige Entlastung, denn bei völliger Entlastung kehrt der Balken, wenn es nicht eine seiner ersten Belastungen war, die er auszuhalten hatte, wieder ganz in seine Nullage zurück.

Die nächste Kurventafel (Abbildg. 10) zeigt uns die Kurven des ebenfalls unterteilten Querschnittes 75 cm links von Balkenmitte (auf Abbildg. 8 mit „c“ bezeichnet). Wir sehen hier dieselben Erscheinungen wie aus den Messungen an dem Querschnitt 15 cm links von Balkenmitte, nur mit dem Unterschiede, daß bei dem von der Mitte weiter entfernten liegenden Querschnitt dem hier wirksamen geringeren Momente entsprechend auch geringere Dehnungen des Materiales stattfinden, und daß ebenso auch die Nulllinie hier bedeutend tiefer liegt. Auch das Wandern findet auf einer geringeren Strecke statt.

Tage der Herstellung der Versuchsbalken 13. und 14. September, Ausrüstung 27. Dezbr. 1905. Mischungsverhältnis: 1 Portlandzement: 2,32 Sand: 2,22 Kies. Balkenquerschnitt 20 cm hoch, 30 cm breit. Eiseneinlagen: 3 Rundisen von 10 mm Durchmesser = 0,393 %, Abstand Mitte Eiseneinlage von Balkenunterkante $a = 2$ cm. Nach den „Bestimmungen“ mit $n = 15$ errechnetes $\alpha = 5,45$ cm.

Abbildg. 9. Kurven für den Querschnitt 15 cm links von von Mitte Balken IV.

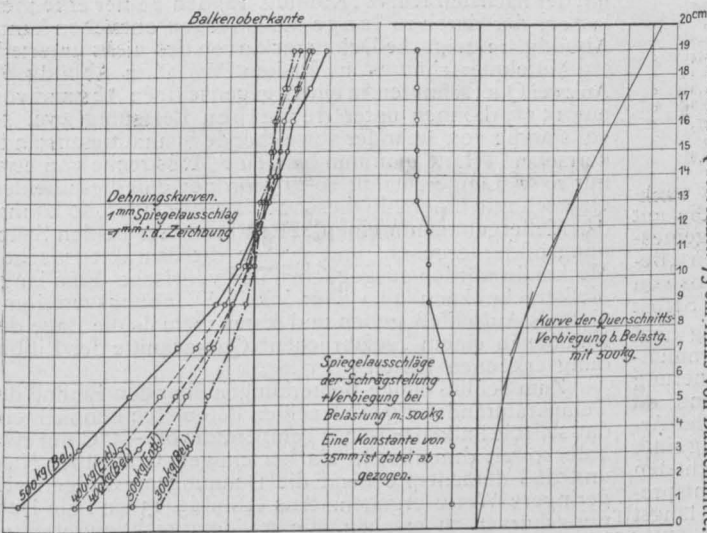
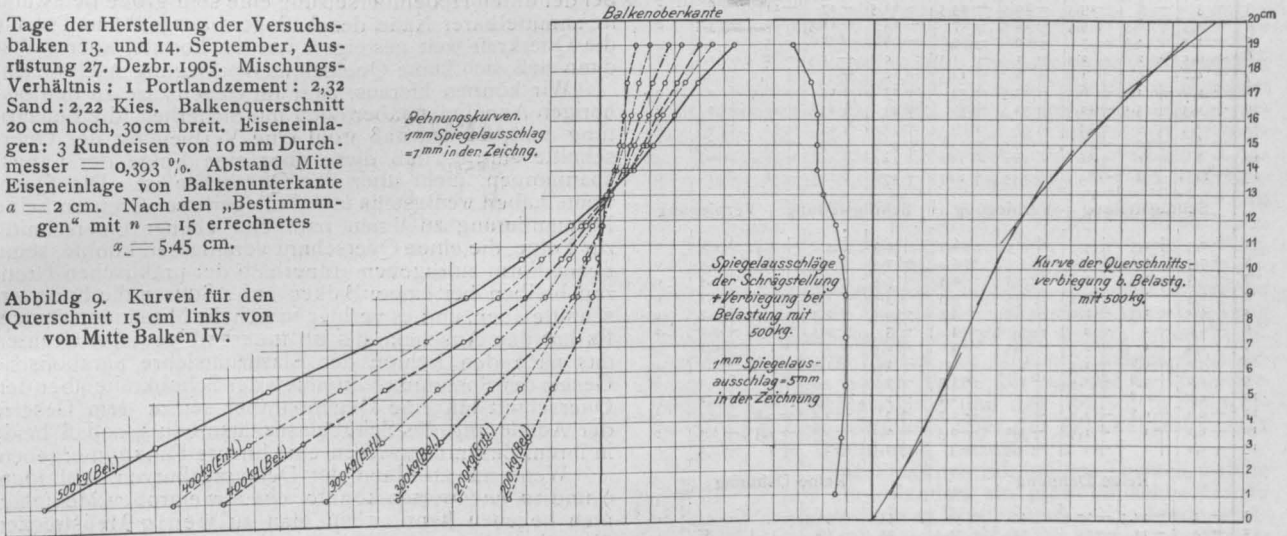


Abb. 10. Querschnitt 75 cm links von Balkenmitte.

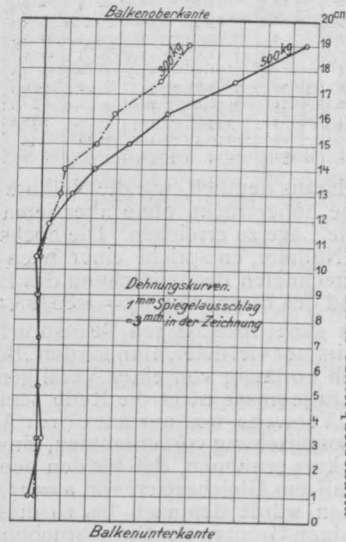


Abb. 12. Nicht unterteilter Mittelquerschnitt.

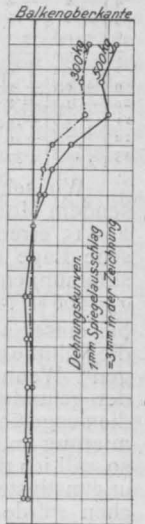
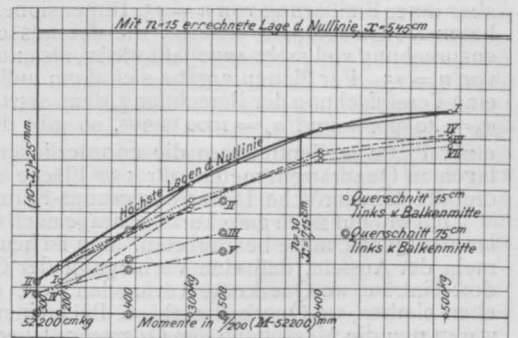


Abb. 13. Einfluß der Temperatur.

Nulllinie erkennen, und zwar erstreckt sich dieses Wandern in dem Querschnitt 15 cm links von Balkenmitte in dem Belastungs-Intervall von 200–500 kg auf über 2 cm. Wir sehen, daß die Nulllinie bei einer Belastung des Balkens mit 200 kg Einzellast in der Mitte etwa 9,3 cm von Balken-Oberkante entfernt liegt und daß sie bei fortschreitender Belastung allmählich höher rückt und bei 500 kg nur noch einen Abstand von Balken-Oberkante von 7,2 cm hat. Dem gegenüber ergibt sich nach den preußischen „Bestimmungen“ eine konstante Lage der Nulllinie von $\alpha = 5,45$ cm.

Gleichzeitig können wir aus den Kurven herauslesen, daß es durchaus falsch ist, die Lage der Nulllinie finden zu wollen durch Messung nur der Verkürzung in der äußersten Druckfaser und der Verlängerung in der äußersten Zugfaser. Verbindet man diese beiden Ordinaten geradlinig miteinander, so ergibt sich dabei ein Fehler in der Bestimmung der Lage der Nulllinie von etwa 40 %, und wir können auch sehen, daß die Anordnung von nur einigen Meßstrecken über den ganzen Querschnitt hin auch schon zu beträchtlichen Fehlern führen kann.



Abbildg. 11. Änderung von α mit wechselndem Moment.

Um nun die Abhängigkeit der Lage der Nulllinie vom Momente deutlich zur Darstellung bringen zu können, wurden die Meß-Ergebnisse der verschiedenen Messungen, die an diesen Beiden unterteilten Querschnitten ausgeführt worden sind, soweit sich diese Messungen auf das Wandern der Nulllinie beziehen, in einer neuen Kurventafel zusammengefaßt (Abbildg. 11). Sie zeigt die Aenderung von x mit wechselndem Momente. Dabei enthält die wagrechte Achse die Werte der wirksamen Momente im Maßstabe $\frac{1}{200} (M - 52200) \text{ mm}$, und senkrecht darüber sind die zugehörigen „ x “-Werte aufgetragen im Maßstabe $(10 - x) \cdot 25 \text{ mm}$. Die den verschiedenen Momenten entsprechenden beobachteten höchsten Lagen der Nulllinie sind durch die stark ausgezogene Kurve miteinander verbunden.

Tabelle zu Abbildung 9.

Stift	Belastung					Entlastung				
	Dehnung + Schrägstellung + Verbiegung					Dehnung + Schrägstellung + Verbiegung				
	100	200	300	400	500	400	300	200	100	000
1	-4,5	-13	-24,5	-35,5	-47,5	-40,5	-29,5	-18,5	-9	0
2	-3,5	-9,5	-18,5	-27	-34,5	-30,5	-23,5	-14	-7,5	0
3	-3	-8	-13,5	-19,5	-25,5	-21,5	-17	-11	-6	0
4	-1,5	-6,5	-9,5	-14	-17	-15	-11,5	-8	-3,5	0
5	-1,5	-4,5	-7	-9	-9	-8,5	-8	-5	-1,5	0
6	-0,5	-2	-2,5	-1	-1,5	0	-1,5	-2	-1,5	0
7	-0,2	0	+1,5	+8	+14,5	+10	+5	+0,2	+0,2	0
8	0	+1	+6,5	+17,5	+33	+25,5	+14	+6,5	+1,5	0
9	+0,5	+3,5	+12,5	+32	+56	+43	+23,5	+10	+2	0
10	+1,5	+9,5	+24	+59	+93	+72	+43	+21	+9	0
11	+6	+20	+46	+89	+136	+107	+67	+33	+12,5	0
12	+8	+30	+66	+122	+182	+144	+90	+46,5	+17,5	0
13	+11	+38	+84	+155	+227	+178	+113	+58	+21	0

Schrägstellung + Verbiegung					Schrägstellung + Verbiegung				
1	+0,5	+1,5	+3	+4,5	+6,5	+4,5	+3	+1,5	+0,5
2	+0,5	+1,5	+2,5	+4	+5	+3,5	+2,5	+1,5	+0,5
3	+0,5	+1,5	+2,5	+3,5	+4,5	+3,5	+2,5	+1,5	+0,5
4	+0,5	+1,5	+2,5	+3,5	+4,5	+3,5	+2,5	+1,5	+0,5
5	+0,5	+1,5	+2,5	+3,5	+4,5	+3,5	+2,5	+1,5	+0,5
6	+0,2	+1	+2	+3	+4	+3	+2,5	+1,2	+0,2
7	+0,2	+1	+2	+2,5	+3	+2,5	+2	+1	+0,2
8	+0,2	+0,8	+1,5	+2	+2,5	+2	+1,5	+0,8	+0,2
9	+0,2	+0,8	+1,5	+2	+2,2	+2	+1,5	+0,8	+0,2
10	+0,2	+0,8	+1,5	+2	+2,2	+2	+1,5	+0,8	+0,2
11	+0,2	+0,8	+1,5	+2	+2,2	+2	+1,5	+0,8	+0,2
12	+0,2	+1	+1,5	+2,2	+2,5	+2,2	+1,8	+1,5	+0,5
13	+0,2	+1	+2	+2,5	+3	+2,5	+2	+1,5	+0,2

Reine Dehnung					Reine Dehnung				
1	-5	-14,5	-27,5	-40	-54	45	-32,5	-20	-9,5
2	-4	-11	-21	-31	-39,5	34	-26	-15,5	-8
3	-3,5	-9,5	-16	-23	-30	25	-19,5	-12,5	-6,5
4	-2	-8	-12	-17,5	-21,5	18,5	-14	-9,5	-3,7
5	-2	-6	-9,5	-12,5	-13,5	12	-10,5	-6,5	-3
6	-0,8	-3	-4,5	-4	-2,5	3	-4	-3,2	-1,7
7	-0,4	-1	-0,5	+5,5	+11,5	7,5	-3	-0,8	-0,4
8	-0,2	+0,2	+5	+15,5	+31,5	+23,5	+12,5	+5,7	+1,3
9	+0,3	+2,7	+11	+30	+53,8	41	+22	+9,2	+1,8
10	+1,3	+8,7	+22,5	+35	+90,8	70	+41,5	+20,2	+8,8
11	+5,8	+19,2	+44,5	+87	+133,8	105	+65,5	+32,2	+12,3
12	+7,8	+29	+64,5	+120	+179,5	142	+88	+45	+17
13	+10,8	+37	+82	+152,5	+224	+172,5	+111	+57	+20,8

Wir sehen daraus deutlich, wie die Nulllinie mit wachsendem Momente höher rückt, ohne aber jemals die mit $n=15$ errechnete Lage zu erreichen. Die höchste gemessene Lage der Nulllinie entspricht einer nach den „Bestimmungen“ errechneten Beanspruchung des Betons von $\sigma_b = 66 \text{ kg/qcm}$ und des Eisens von $\sigma_e = 2280 \text{ kg/qcm}$. Selbst bei dieser schon ganz unzulässigen Beanspruchung liegt die Nulllinie noch immer viel tiefer, als nach den „Bestimmungen“. Wenn auch vorläufig von einer Verallgemeinerung der gefundenen Ergebnisse nicht die Rede sein kann, da die ausgeführten Versuche, weil nur mit einer Art der Armierung und Betonmischung vorgenommen, einseitig sind, so will ich doch kurz erwähnen, daß für den beobachteten ungünstigsten Fall ein Gleichsetzen von $n=25,7$ entsprechen würde. Man würde demnach bis zu diesen längst nicht mehr zulässigen Grenzen der Beanspruchungen, unter Beibehaltung des Rechnungsweges der „Bestimmungen“ aber unter Einführung von $n=25$, Dimensionen der Eisenbeton-Konstruktionen erzielen, die der tatsächlichen Beanspruchung viel mehr angepaßt wären, als unter Annahme von $n=15$. Für Platten ergäbe sich dann außerdem noch eine Vereinfachung der Berechnung, denn setzt man $n=25$, $\sigma_b = 40 \text{ kg/qcm}$ und $\sigma_e = 1000 \text{ kg/qcm}$, so gibt die Nutzhöhe einer Platte in Zentimetern die erforderlichen Eisen-Einlagen in Quadratzentimetern für 1 qm Fläche an. Dies ist die alte Koenen'sche Dimensionierungs-Formel.

Ich will nur noch ganz kurz die Frage nach dem Verhalten der Querschnitte beantworten. Man ist heute fast allgemein der Ansicht, daß eine Verbiegung der Querschnitte dort einträte, wo Querkkräfte vorhanden sind, daß sie aber eben bleiben, wo Querkkräfte fehlen. Bei meinen Versuchen waren nun die Messungen der Querschnittsverbiegung ein notwendiger Teil der Dehnungsmessungen. Die Ablesungen

der Verbiegung wurden mit dem nur mit einem Hebelarm ausgerüsteten Spiegel ausgeführt. Der Spiegel hatte dann stets die Richtung der Tangente an die Querschnittskurve in dem Punkte, in dem der Meßstift saß, und der Spiegelausschlag selbst gab somit die Winkeländerung dieser Tangente an. Um also aus diesen Messungen die Form des Querschnittes zu erhalten, war es nur nötig, jedesmal auf die Richtung der Lichtstrahlen die Normalen zu ziehen, die dann als Tangenten die Querschnittskurve einhüllten. — So sind die Kurven der Querschnittsverbiegung Abbildg. 9 u. 10 gezeichnet. Gleich die ersten Messungen an dem Mittelquerschnitt ließen eine sehr deutliche Verbiegung erkennen, während die Verbiegung an den seitlichen Querschnitten nach den Auflagern hin immer mehr abnahm und in der Nähe der Auflager überhaupt nicht mehr nachweisbar war. Wo also die Querkkräfte gering, die Längsspannungen aber groß waren, da verbogen sich die Querschnitte, wo die Längsspannungen abnahmen, nahm auch die Verbiegung ab.

Diese Erscheinung bestätigte sich bei allen Messungen, doch waren bei der gewöhnlichen Versuchsanordnung (Einzellast in der Mitte) die Querkkräfte überhaupt nur gering. Daher wurde eine neue Belastungsanordnung geschaffen, bei der durch Hebelübersetzung eine sehr große Belastung in unmittelbarer Nähe des Auflagers ausgeübt und somit die Querkraft weit gesteigert werden konnte, aber selbst dann ließ sich keine Querschnittsverbiegung nachweisen.

Wir können hieraus, zwar im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen, aber doch mit Sicherheit, die Behauptung aussprechen, daß wohl eine Verbiegung der Querschnitte eintritt, daß diese aber eine Folge der Längsspannungen, nicht aber der Querkkräfte ist. Die Querkkräfte haben wenigstens innerhalb gewisser Grenzen keine Formänderung zu ihnen paralleler ebener Querschnitte zur Folge, die einen Querschnitt veranlassen könnte, seine ebene Form aufzugeben. Innerhalb der praktischen Grenzen bleiben bei einem Balken auf 2 Stützen die Endquerschnitte eben, und es verbiegen sich die Mittelquerschnitte. Es hat den Anschein, als ob innerhalb gewisser Grenzen das nach den Lehren der Elastizitätslehre parabolische Gesetz der Spannungsverteilung der Schubkräfte über den Querschnitt hin eine Gegenparabel sei zu dem Gesetze der Aenderung des Schubelastizitätsmoduls, sodaß beide in ihrem Zusammenwirken eine lineare Funktion ergeben.

Wenn ich an Hand der Dehnungskurven, Abbildg. 9 und 10, nachweisen konnte, einen wie großen Meßfehler man begehen kann, wenn man zu wenig Meßstrecken über einen Querschnitt hin anordnet, so soll ein Vergleich mit der nächsten Kurve (Abbildg. 12) den Fehler erkennen lassen, der durch zu lange Meßstrecken entstehen kann. Abbildg. 12 zeigt die Dehnungskurven des nicht unterteilten Mittelquerschnittes am Balken IV („a“ in Abbildg. 8). An zwei Querschnitten, in einem gegenseitigen Abstand von nur 15 cm, können unter derselben Belastung zwei so vollständig von einander abweichende Spannungszustände herrschen. Hätte man nun hier eine Meßstrecke von etwa nur 20 cm Länge zufällig so angeordnet, daß diese beiden Querschnitte innerhalb dieser Meßstrecke lägen, so könnte das Meßergebnis nur einen Mittelwert dieser beiden Spannungsbilder ergeben, und gerade die charakteristischen Merkmale würden ausgeglichen und verwischt. Eine lange Meßstrecke kann also über lokale Spannungsverteilung niemals Aufschluß geben und kann niemals die Lage der Nulllinie in einem „gefährlichen“ Querschnitte der Reißbildung erkennen lassen.

Zum Schluß einige Bemerkungen über den Einfluß der Temperaturänderung auf feuchten Beton. Ich beobachtete, daß sich die Balken bei einer Temperatur von -5°C . nur etwa halb soweit durchbogen als bei einigen Grad über Null, und daß dementsprechend die Dehnungsmessungen viel geringere Werte ergaben. Aus Abbildg. 13 sind die Dehnungskurven zu sehen, die an dem nicht unterteilten Mittelquerschnitt bei -5°C . aufgenommen wurden. Es geht aus einem Vergleiche mit den Kurven der Abb. 12 hervor, daß sich in diesem Temperatur-Intervalle der Elastizitäts-Koeffizient um etwa das Dreifache seines Wertes geändert haben muß. — Da mir keine anderen Mittel und keine Zeit zur Verfügung standen, Messungen der Veränderung des Elastizitätsmoduls von Beton unter verschiedenen Temperaturen vorzunehmen, so griff ich zu dem einfachsten Mittel der Festigkeitsproben. Ich stellte an 28 Tage altem Beton im Mischungsverhältnis 1 Zement : 3 Normalsand bei -15°C Zugfestigkeiten bis über 70 kg/qcm fest und fand, daß die Druckfestigkeit derselben Betonmischung bei -15°C etwa 40% größer war, als bei $+15^\circ \text{C}$.

Inhalt: Ueber Betonprüfungen. — Neue Versuche an Eisenbeton-Balken über die Lage und das Wandern der Nulllinie, sowie das Verhalten der Querschnitte. (Schluß.) —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselen, Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg., P. M. Weber, Berlin.